

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет

Ю. О. Белоконь
А. О. Чейлитко
С. В. Ільїн
О. С. Воденнікова

**ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ
ТЕРМОХІМІЧНОГО ПРЕСУВАННЯ
МАТЕРІАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

Монографія



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

УДК 544.33:621.7:669.018
Б43

Рецензенти:

Д. В. Павленко – доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології авіаційних двигунів НУ «Запорізька політехніка»;

С. М. Турпак – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій НУ «Запорізька політехніка»;

В. О. Скачков – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки Запорізького національного університету

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Запорізького національного університету
(протокол № 3 від 25.10.2022 р.)*

Белоконь Ю. О.

Б43 Теоретичні засади термохімічного пресування матеріалів спеціального призначення : монографія / Ю. О. Белоконь, А. О. Чейлитко, С. В. Ільїн, О. С. Воденнікова. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – 148 с.

ISBN 978-617-554-085-5

Монографія присвячена новому технологічному процесу отримання, заснованому на термохімічному пресуванні твердих хімічних елементів при проведенні екзотермічної хімічної реакції і пластичній деформації продукту синтезу. У монографії розглянуто теорію термохімічного пресування: термодинаміку, кінетику, хімічні реакції та процеси теплообміну.

Значну увагу приділено дослідженню теплофізичних характеристик пористих матеріалів та запропоновано створення математичної моделі перенесення теплової енергії крізь тіла мікропористою структурою. Також досліджено теплофізичні характеристики багатоконпонентних композиційних матеріалів та запропоновано математичні методи їх оцінки.

Монографія буде корисна науково-технічним працівникам, фахівцям з металургії, матеріалознавства та теплофізики.

УДК 544.33:621.7:669.018

ISBN 978-617-554-085-5

© Ю. О. Белоконь, А. О. Чейлитко,
С. В. Ільїн, О. С. Воденнікова, 2022

Зміст

ВСТУП	7
1. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕРМОХІМІЧНОГО ПРЕСУВАННЯ	10
1.1. Термодинамічний аналіз протікання термохімічних реакцій	10
1.1.1. Розрахунок адіабатичних температур реакцій утворення інтерметалідів	10
1.1.2. Розрахунок ентальпії утворення та енергії Гіббса інтерметалідів у широкому температурному інтервалі	16
1.2. Термокінетичний аналіз протікання СВС-реакцій	26
1.2.1. Умови взаємодії інтерметалідних систем при нестационарних температурних режимах	27
1.2.2. Визначення енергії активації інтерметалідних систем <i>Ni-Al</i> та <i>Ti-Al</i>	29
1.3. Моделювання процесів структуроутворення інтерметалідних сплавів	38
2. ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ	50
2.1. Дослідження ефективного коефіцієнта теплопровідності пористого матеріалу	50
2.1.1. Поширені методи дослідження ефективного коефіцієнта теплопровідності	57
2.1.1.1. <i>Стаціонарний метод плоского шару</i>	57
2.1.1.2. <i>Метод повздожнього теплового потоку</i>	59
2.1.1.3. <i>Вимірювання коефіцієнта теплопровідності твердих матеріалів</i>	59
2.1.1.4. <i>Дослідження тепломасообміну в процесі випалу</i>	62
2.1.2. Побудова залежності теплопровідності від температури термообробки та хімічного складу	65

2.1.3.	Знаходження оптимальних теплофізичних характеристик матеріалу	68
2.1.4.	Створення композиційних матеріалів та елементів конструкції теплового захисту з раціональною пористою структурою	79
2.2.	Дослідження теплофізичних характеристик багатокомпонентних вуглець-алюмінієвих композиційних матеріалів	88
2.2.1.	Прогнозування теплофізичних характеристик композиційних матеріалів	88
2.2.2.	Вихідні матеріали для одержання багатокомпонентних вуглець-алюмінієвих композиційних матеріалів	90
2.2.3.	Визначення теплоємності вуглець-алюмінієвих композитів	95
2.2.4.	Визначення коефіцієнта теплопровідності вуглець-алюмінієвих композитів	96
2.2.5.	Визначення коефіцієнта лінійного термічного розширення	98
2.2.6.	Дослідження теплофізичних характеристик композиційних матеріалів	99
3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПОРИСТИХ СТРУКТУРАХ		103
3.1.	Створення математичної моделі перенесення теплової енергії крізь тіла мікропористою структурою	103
3.1.1.	Математичний опис перенесення теплової енергії крізь пористе тіло із закритою пористою структурою	103
3.1.2.	Математичний опис перенесення теплової енергії крізь пористе тіло із відкритою пористою структурою	108
3.1.3.	Знаходження констант рівняння перенесення теплової енергії флюїдами у відкритих пористих структурах теплоізоляційних елементів конструкції теплового захисту	115

3.1.4. Знаходження коефіцієнту теплової проникності та геометричної характеристики пористих структур поширених теплоізоляційних матеріалів та елементів конструкцій теплового захисту.	124
3.2. Розробка математичних методів оцінки теплофізичних характеристик композиційних матеріалів	126
ВИСНОВКИ	135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	138